

FORECASTING DEMAND & USULAN SAFETY STOCK PASIR SILIKA DENGAN METODE TIME SERIES PADA PT SOLUSI BANGUN INDONESIA Tbk. PABRIK CILACAP

Panji Rachman Hakim^{*1}, Heru Prastawa²

*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jalan Prof. Soedarto, SH, Semarang, Indonesia 50275
Telp. (024) 7460052*

E-mail: panjirh@students.undip.ac.id

Abstrak

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk merupakan perusahaan publik Indonesia dimana sebagian besar sahamnya (98,3%) dimiliki dan dikelola oleh PT Semen Indonesia Industri Bangunan (SIIB) yang merupakan bagian dari Semen Indonesia Group, produsen semen terbesar di Indonesia dan Asia Tenggara. Pada proses produksi semen di PT SBI Pabrik Cilacap terdapat empat bahan baku dengan dua bahan baku utama yaitu batu kapur (limestone) dan tanah liat (clay) yang diperoleh dari tambang milik perusahaan berlokasi di daerah Cilacap, serta bahan baku tambahan yaitu pasir silika dan pasir besi yang diperoleh dengan membeli dari perusahaan lain. Bahan baku utama yang didapatkan dari tambang milik perusahaan jarang mengalami kendala dalam pengadaan maupun pengelolaan persediaannya. Bahan baku pasir besi sudah hampir tidak digunakan lagi mulai tahun 2020. Sedangkan bahan baku pasir silika seringkali mengalami kendala dalam pengadaannya disaat musim tertentu seperti musim hujan karena material pasir silika menjadi basah dan lengket sehingga material yang datang kurang, menyebabkan persediaan berada di bawah level minimum aman. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan jumlah pasir silika yang akan diproduksi berdasarkan forecasting dengan metode terbaik, serta memberikan usulan mengenai safety stock dan reorder point untuk menentukan kapan waktu yang tepat untuk pemesanan kembali dilakukan oleh perusahaan. Mengacu pada hasil pengolahan data, dapat disimpulkan bahwa metode time series dengan perhitungan Holt Winter Multiplikatif merupakan metode terbaik dengan melihat hasil error terkecil dengan perhitungan MAPE yaitu sebesar 32%. Melalui hasil perhitungan didapatkan perusahaan harus memiliki safety stock sebesar 1874,43 ton dengan service level 90% dan sebesar 2870,22 ton dengan service level 95%. waktu pemesanan kembali reorder point bahan baku pasir silika dilakukan ketika jumlah persediaan di gudang bahan baku telah mencapai level 3.888,336 ton jika menggunakan service level 90% dan 4.911,126 ton jika menggunakan service level 95%.

Kata Kunci: *Forecasting; Time Series; Safety Stock*

Abstract

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk is an Indonesian public company where most of its shares (98.3%) are owned and managed by PT Semen Indonesia Industri Bangunan (SIIB) which is part of the Semen Indonesia Group, the largest cement producer in Indonesia and Southeast Asia. In the cement production process at PT SBI Cilacap Factory there are four raw materials with two main raw materials, namely limestone and clay obtained from the company's mine located in the Cilacap area, as well as additional raw materials, namely silica sand and iron sand obtained by buying from other companies. The main raw materials obtained from company-owned mines rarely experience problems in procurement and inventory management. Iron sand raw materials are almost no longer used starting in 2020. While silica sand raw materials often experience problems in their procurement during certain seasons such as the rainy season because the silica sand material becomes wet and sticky so that less material arrives, causing inventories to be below the minimum safe level. The purpose of this study is to determine the amount of silica sand to be produced based on forecasting with the best method, as well as to provide suggestions regarding safety stock and reorder points to determine when the right time for reordering is done by the company. Referring to the results of data processing, it can be concluded that the time series method with the Holt Winter Multiplicative calculation is the best method by looking at the smallest error result with the MAPE calculation, which is 32%. Through the calculation results, the company must have a safety stock of 1874.43 tons with a service level of 90% and 2870.22 tons with a service level of 95%. The time for reorder point of the silica sand is done when the amount of inventory in the raw material warehouse has reached the level of 3,888,336 tons if using the service level 90% and 4,911.126 tons if using the service level 95%.

Keywords: *Forecasting; Time Series; Safety Stock*

1. Pendahuluan

Salah satu sektor yang penting dalam pembangunan ekonomi di Indonesia yaitu sektor industri. Pembangunan di Indonesia pada saat ini sedang banyak dilakukan baik untuk pemulihan industri, pariwisata, dan investasi. Pemerintah Indonesia sedang berusaha meningkatkan pembangunan dalam berbagai sektor terutama sektor industri dan ekonomi dengan tujuan untuk menyejajarkan diri dengan negara-negara maju dan berkembang lainnya terutama di Asia. Salah satu sektor industri yang cukup berkembang dan berpengaruh di Indonesia yaitu industri semen. Dengan besarnya tingkat pembangunan yang terdapat di Indonesia maka tingkat kebutuhan terhadap bahan bangunan khususnya semen akan meningkat.

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk merupakan perusahaan publik Indonesia dimana sebagian besar sahamnya (98,3%) dimiliki dan dikelola oleh PT Semen Indonesia Industri Bangunan (SIIB) yang merupakan bagian dari Semen Indonesia Group, produsen semen terbesar di Indonesia dan Asia Tenggara. Pada proses produksi semen pada PT SBI Pabrik Cilacap terdapat empat bahan baku dengan dua bahan baku utama yaitu batu kapur (*limestone*) dan tanah liat (*clay*) serta bahan baku tambahan yaitu pasir silika dan pasir besi. Kedua bahan baku utama didapatkan dari tambang yang berada di daerah Cilacap, Jawa Tengah. Batu kapur didapatkan dari tambang di Pulau Nusakambangan dan tanah liat didapatkan dari tambang di Desa Tritih Wetan. Sedangkan kedua bahan baku tambahan lainnya dibeli dari pihak lain. Pasir silika didapatkan dari Tuban & Rembang dan pasir besi didapatkan dari Pulau Lombok, keduanya dibawa menggunakan truk ke pabrik. Bahan baku utama yang didapatkan dari tambang milik perusahaan jarang mengalami kendala dalam pengadaan maupun pengelolaan persediaannya. Bahan baku pasir besi sudah hampir tidak digunakan lagi mulai tahun 2020. Sedangkan bahan baku pasir silika seringkali mengalami kendala dalam pengadaannya disaat musim tertentu seperti musim hujan sehingga persediaan berada di bawah level minimum aman. Untuk mencegah *stock* di bawah level minimum aman, perlu diterapkan *safety stock* yang direncanakan dengan sistematis sebagai *buffer* jika suatu saat terjadi lonjakan *demand* dimana pada PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap belum mempunyai metode yang tepat dalam menerapkan *safety stock*.

Untuk menerapkan *safety stock* yang tepat pada PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap maka perlu dilakukannya *forecasting* terhadap permintaan bahan baku pasir silika tahun 2021. *Forecasting* atau peramalan merupakan kegiatan meramalkan permintaan suatu produk dan

jasa di waktu mendatang dan peramalan ini merupakan hal yang penting dalam proses perencanaan dan pengawasan produksi, peramalan tersebut dapat dilakukan berdasarkan data-data historis sehingga dapat diketahui pola permintaan (Makridakis, 1992). Peramalan yang dilakukan menggunakan metode *time series* dikarenakan metode ini digunakan untuk peramalan kuantitatif data masa lalu. Metode ini digunakan untuk melihat pola data dari data historis pemakaian pasir silika selama beberapa tahun terakhir untuk dapat dilakukan peramalan permintaan di masa mendatang dengan tepat. Diharapkan dengan meramalkan permintaan pasir silika tahun 2021 dan berdasarkan *lead time* dari pasir silika dapat diperoleh nilai *safety stock* yang tepat untuk PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap. Sehingga proses produksi dapat meningkat dengan optimal.

2. Tujuan Penelitian

Setelah menemukan dan merumuskan permasalahan yang ada, maka ditentukan tujuan yang ingin dicapai yang mendasari dilaksanakannya penelitian. Berdasarkan rumusan masalah yang ada, disusun tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah pasir silika (*silica sand*) yang akan diproduksi berdasarkan peramalan (*forecasting*) untuk memperkirakan jumlah material pasir silika yang harus dipesan.
2. Menentukan usulan perbaikan metode peramalan (*forecasting*) yang tepat untuk diterapkan oleh PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap.
3. Memberikan usulan mengenai *safety stock* untuk mencegah *over stock* ataupun *stockout*.
4. Memberikan usulan mengenai *reorder point* untuk menentukan kapan waktu yang tepat untuk pemesanan kembali dilakukan oleh perusahaan.

3. Tinjauan Pustaka

3.1 Definisi Peramalan

Peramalan (*forecasting*) merupakan metode untuk memperkirakan suatu nilai di masa depan dengan menggunakan data masa lalu. Peramalan juga dapat diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian pada masa yang akan datang, sedangkan aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan suatu produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat. Manajemen produksi/operasi menggunakan hasil-hasil peramalan dalam pembuatan keputusan-keputusan yang menyangkut pemilihan proses, perencanaan kapasitas dan layout fasilitas serta untuk berbagai keputusan yang bersifat terus menerus berkenaan dengan

perencanaan, scheduling dan persediaan (Supranto, 1984). Peramalan yang baik yaitu peramalan yang dilakukan dengan mengikuti prosedur penyusunan yang baik yang akan menentukan kualitas atau mutu dari hasil peramalan yang dilakukan. Terdapat 3 langkah dasar pada peramalan yang penting (Assauri, 2004):

1. Menganalisa data historis, bertujuan untuk menganalisis pola data yang terjadi pada masa lalu.
2. Menentukan data yang akan digunakan. Metode yang baik yaitu metode yang menghasilkan ramalan yang tidak jauh berbeda dengan kenyataan.
3. Memproyeksikan data historis menggunakan metode terpilih dan mempertimbangkan beberapa faktor perubahan seperti perubahan kebijakan yang mungkin terjadi.

3.2 Macam-Macam Peramalan

Peramalan dikelompokkan berdasarkan horizon waktu masa depan yang dicakupnya. Peramalan dalam hubungannya dengan horizon waktu terbagi atas beberapa kategori (Taylor, 2004):

1. Ramalan jangka pendek, mencakup masa mendatang yang dekat (*immediate future*) dan memperhatikan kegiatan harian dari perusahaan bisnis, seperti *demand* harian atau kebutuhan sumber daya harian.
2. Ramalan jangka menengah, mencakup jangka waktu satu atau dua bulan sampai dengan satu tahun. Ramalan jangka waktu menengah berhubungan dengan rencana produksi tahunan dan akan merepresentasikan hal-hal seperti puncak dan lembah dari *demand* dan kebutuhan untuk menjamin adanya tambahan untuk sumber daya untuk tahun selanjutnya.
3. Ramalan jangka panjang mencakup periode lebih lama dari satu atau dua tahun. Ramalan jangka panjang berhubungan dengan usaha manajemen untuk merencanakan produk baru untuk pasar yang berubah, membangun fasilitas baru, atau menjamin adanya pembiayaan jangka panjang.

Peramalan berdasarkan sifatnya dibagi menjadi dua macam yaitu kualitatif dan kuantitatif, berikut penjabarannya (Sugiyono, 2014):

1. Peramalan Kualitatif
Peramalan kualitatif merupakan peramalan yang dilakukan berdasarkan data kualitatif pada masa lalu. Peramalan tersebut lebih cenderung seperti opini orang yang berpengalaman pada bidang tertentu. Hasil peramalan yang dilakukan sangat bergantung pada pendapat, pengetahuan, dan pengalaman orang yang melakukan peramalan tersebut. Berikut contoh dari peramalan kualitatif:

- a. *Management estimate*, peramalan berdasarkan pertimbangan manajemen, biasanya dilakukan oleh manajemen senior.
- b. *Historical analogy*, merupakan peramalan berdasarkan pola data masa lalu dari produk-produk yang bisa disamakan secara analogi.
- c. *Delphi method*, merupakan kuesioner yang disebarakan kepada responden lalu jawabannya dirangkum dan diberikan kepada ahli untuk dilakukan peramalan.
- d. *Market research*, berbentuk masukan yang didapatkan dari konsumen atau konsumen yang berpotensi terhadap rencana pembelian pada periode yang diamati.

2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang dilakukan berdasar data kuantitatif masa lalu. Hasil peramalan ini bergantung pada metode yang digunakan. Peramalan ini bisa digunakan jika terdapat informasi data periode masa lalu, data tersebut dapat diubah menjadi bentuk kuantitatif, dapat diasumsikan pola data masa lalu akan terus berlanjut hingga masa mendatang. Berikut merupakan metode peramalan kuantitatif:

- a. *Time series*, merupakan analisis deret waktu yang berdasar pada deret yang membentuk pola-pola bervariasi sepanjang waktu tertentu, dimodelkan untuk menentukan pola pada masa mendatang. Berikut merupakan beberapa metode *time series* (Hanke & Wichers, 2005).
 - *Moving average*, merupakan metode yang menggunakan permintaan baru untuk mendapatkan nilai ramalan untuk permintaan di masa mendatang. Metode ini memiliki tujuan untuk mengurangi atau menghilangkan variasi permintaan acak dalam hubungannya dengan waktu. Contoh dari model ini yaitu *simple average*, *single moving average*, dan *double moving average*.
 - *Exponential Smoothing*, metode yang dipakai jika pola historis data permintaan bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu, maka digunakan α mendekati 1. Contoh metode ini yaitu *brown's single exponential smoothing*, dan *double exponential smoothing*. Berikut merupakan metode lain yang dapat digunakan
 - *Classis decomposition census II X-11-A*
 - *Holt Winters: holt's two parameter, winter's three parameter exponential smoothing*.
 - *Fourier series*.
 - *Box-jenkins (ARIMA)*

- b. *Causal model*, metode yang melakukan peramalan berdasar pada variabel yang mempengaruhi jumlah permintaan. Metode ini mengembangkan suatu model sebab akibat antara permintaan yang akan diramal dengan variabel lain yang berpengaruh. Contoh dari metode ini yaitu:
- Metode peramalan regresi linier
 - Metode regresi linier berganda
 - Metode ekonometrik
 - Model input-output
- c. *Other quantitative*, teknik peramalan dengan *market research*, *operation research*, *expert system*, *artificial*, *neural network*, dan *combining methods*.

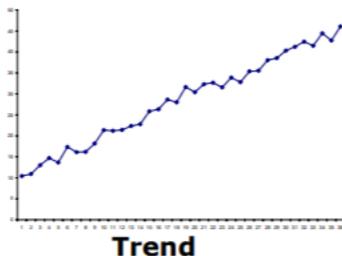
3.3 Tahapan Forecasting

Peramalan yang baik merupakan peramalan yang dilakukan dengan mengikuti prosedur penyusunan yang baik. Berikut langkah-langkah dari *forecasting* (Supranto, 1984):

- Konversi data untuk agregasi data
- Plot Data

Plot data dilakukan sebelum memilih metode peramalan yang akan digunakan. Tujuan dari plot data yaitu menentukan pola data yang terbentuk agar dapat memilih metode *forecasting*. Berikut macam-macam plot data:

- *Trend*, merupakan komponen jangka panjang yang berdasar pada pertumbuhan atau penurunan data runtut waktu. Pola data ini berbentuk pergerakan data sedikit demi sedikit meningkat atau menurun. Pola ini memiliki kecenderungan untuk naik atau turun terus menerus.



Trend

Gambar 1. Pola Data Trend

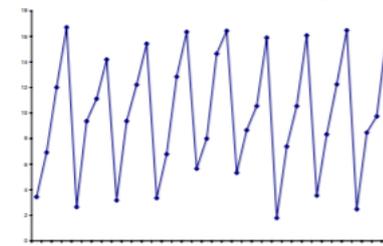
- Siklis, pola dalam data yang terjadi setiap beberapa tahun atau dalam kurun waktu tertentu. Fluktuasi atau siklus dari data terjadi sebab perubahan kondisi ekonomi. Penjualan suatu produk bisa saja memiliki siklus yang berulang secara periodik. Produk-produk dipengaruhi pola aktivitas ekonomi yang terkadang periodic. Pola data siklis berguna dalam peramalan jangka menengah.



Cyclic

Gambar 2. Pola Data Siklis

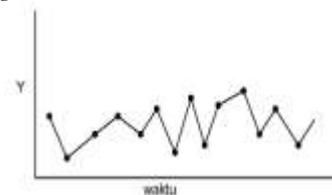
- Musiman (*seasonal*), merupakan pola data yang berulang pada kurun waktu tertentu. Data kuartalan, bulanan, atau mingguan akan membentuk fluktuasi musiman. Komponen musim tersebut diantara lain faktor cuaca, libur, atau kecenderungan perdagangan. Pola musiman berfungsi untuk peramalan penjualan jangka pendek.



Seasonal

Gambar 3. Pola Data Musiman

- Tak beraturan, pola tak beraturan atau acak disebabkan oleh kejadian yang tidak bisa diprediksi atau tidak beraturan.



Gambar 4. Pola Data Tak Beraturan

- Memilih metode yang sesuai dengan plot data. Diasumsikan pola tersebut berulang di masa yang akan datang.
- Melakukan uji verifikasi terhadap *error* dari metode yang digunakan.
- Memilih metode terbaik dilihat dari nilai *error* terkecil.
- Melakukan uji validasi metode terpilih.

3.4 Metode Perhitungan Error

Berikut alternatif metode kesalahan peramalan yang banyak digunakan adalah sebagai berikut (Hartini, 2011)

- Mean Square Error* (MSE)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan:

$$MSE = \frac{\sum ei^2}{n}$$

2. *Mean Absolute Deviation (MAD)*
MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memerhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara sistematis, MAD dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |ei|}{n}$$

3. *Mean Forecast Error (MFE)*
MFE sangat efektif untuk mengetahui apakah suatu hasil peramalan selama periode tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. MFE dihitung dengan menjumlahkan semua kesalahan peramalan selama periode peramalan dan membaginya dengan jumlah periode peramalan.

$$MFE = \frac{\sum ei}{n} \quad (2.20)$$

4. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*
MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif, MAPE biasanya lebih berarti dibandingkan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah

$$MAPE = \frac{\sum |PEi|}{n}$$

3.5 Safety Stock

Safety stock memiliki fungsi yaitu untuk menghindari kesalahan dalam memperkirakan permintaan selama *lead time*. Besarnya nilai dari *safety stock* bergantung pada ketidakpastian *supply* maupun *demand*. Pada situasi normal, ketidakpastian *supply* dapat diawali dengan standar deviasi *lead time* dari supplier, yaitu waktu antar dari perusahaan memesan bahan baku sampai bahan baku atau material tersebut diterima (Pujawan, 2017). Terdapat 2 faktor yang menentukan besarnya nilai *safety stock*, yaitu (Hendra, 2009):

- a. Penggunaan bahan baku rata-rata
Penggunaan bahan baku pada masa sebelumnya merupakan salah satu dasar untuk memperkirakan penggunaan bahan baku selama periode tertentu misalnya periode pemesanan. Hal tersebut seharusnya diperhatikan sebab setelah kita mengadakan pesanan, maka pemenuhan kebutuhan atau permintaan pelanggan sebelum barang dipesan datang harus dapat dipenuhi dari persediaan yang ada.
- b. *Lead time*
Lead time merupakan lamanya waktu antara mulai dilakukannya pemesanan bahan baku sampai dengan kedatangan bahan yang dipesan dan diterima di gudang persediaan.

Untuk menghitung nilai dari *safety stock*, dapat dilakukan cara yang relatif lebih teliti yaitu:

- Metode perbedaan pemakaian maksimum dan rata-rata.

Metode ini dilakukan dengan perhitungan selisih antara pemakaian maksimum dengan pemakaian rata-rata dalam jangka waktu tertentu, kemudian selisih tersebut dikalikan dengan *lead time*.

$$Safety\ stock = (\text{Pemakaian maksimum} - \text{Pemakaian rata-rata}) \times lead\ time.$$

- Metode statistika yang berdistribusi normal

$$Safety\ stock = Z \sigma \sqrt{L}$$

Dimana:

Z = Standar normal (Didapatkan dari tabel distribusi normal)

σ = Standar deviasi

L = *lead time*

3.6 Reorder Point

Perhitungan waktu pemesanan kembali atau yang disebut dengan *reorder point* dilakukan untuk menentukan di level berapa pemesanan ulang dilakukan berdasarkan persediaan yang ada (Baroroh, 2005). Berikut merupakan rumus perhitungan *reorder point*:

$$ROP = D \times LT + SS$$

Dimana:

ROP = *Reorder Point*

D = Rata-Rata *Demand*

LT = *Lead Time*

SS = *Safety Stock*

4. Metode Penelitian

4.1 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan studi pendahuluan yang termasuk di dalamnya pengamatan dan analisis pada Divisi *Production Planning*. Selanjutnya yaitu tahapan pengidentifikasian masalah yang dilanjutkan menentukan tujuan dari penelitian tersebut dan dilanjutkan dengan melakukan studi pustaka. Tahapan selanjutnya yaitu pengumpulan data pemakaian pasir silika pada tahun 2017-2020 dan *lead time* dari pasir silika. Lalu memilih metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *time series* dan dilakukan plot data dan analisis terhadap data historis yang didapat, dilanjutkan dengan memilih metode peramalan, melakukan peramalan, menentukan metode peramalan terbaik dan analisis metode terpilih. Tahap terakhir yaitu membuat kesimpulan dan rekomendasi perbaikan.

4.2 Metode Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan pada Divisi *Production Planning* PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap pada tanggal 11 Januari 2021 – 11 Februari 2021. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi secara langsung dan juga wawancara kepada staff Divisi *Production*

Planning. Data yang dikumpulkan merupakan data primer dan sekunder:

a. Data Primer

Metode untuk mengumpulkan data primer yaitu wawancara. Dari hasil wawancara dengan karyawan didapatkan data mengenai *lead time* pengiriman bahan baku pasir silika. Selain itu data untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada dalam proses pengadaan bahan baku dan produksi semen melalui studi komunikasi dengan wawancara.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang dapat diperoleh tanpa harus mengamati objek penelitian secara langsung. Sumber data sekunder yaitu dokumen, arsip, ataupun *database* dari perusahaan. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian kerja praktik ini yaitu data pemakaian bahan baku pasir silika selama 4 tahun terakhir (2017-2020). Data tersebut digunakan sebagai *input* dalam melakukan *forecasting demand* bahan baku pasir silika selama satu tahun ke depan yaitu tahun 2021.

5. Pengumpulan Data

Berikut merupakan data total pemakaian bahan material pasir silika pada proses produksi semen di PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap selama 4 tahun terakhir dari tahun 2017, 2018, 2019, dan 2020. Satuan bahan material yang digunakan yaitu ton.

Table 1. Pemakaian Pasir Silika

Bulan	Tahun			
	2017	2018	2019	2020
Januari	33017	18751	29213	35169
Februari	26093	35226	20801	30770
Maret	14592	21634	27683	8932
April	22485	11898	23773	33122
Mei	14549	16061	40873	19419
Juni	17004	12858	6310	36156
Juli	17150	24272	39965	28252
Agustus	37759	32505	39757	32079

Table 2. Pemakaian Pasir Silika (Lanjutan)

Bulan	Tahun			
	2017	2018	2019	2020
September	27831	28087	24894	36662
Oktober	16630	30072	31839	25396
November	32917	25163	25377	29848
Desember	22018	23915	33490	34368
Rata-Rata	23503	23370	28664	29181
	.75	167	583	083

6. Pengolahan Data

6.1 Plot Data

Berikut merupakan plot data pemakaian material pasir silika pada PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap dalam 4 tahun terakhir sebagai data untuk peramalan:



Gambar 5. Plot Data Pemakaian Pasir Silika Tahun 2017-2020

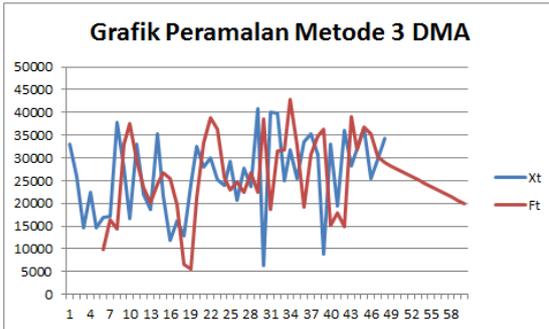
Dari grafik tersebut dapat dilihat pola yang terjadi tidak beraturan, data di atas tidak terbentuk pola yang signifikan. Tetapi dari grafik di atas bisa kita simpulkan bahwa terbentuk pola data *seasonal* atau musiman.

6.2 Penentuan Metode Peramalan

Data yang dipakai sebagai masukan atau *input* dalam *forecasting demand* pada pemakaian bahan baku pasir silika ini yaitu data dalam satuan agregat, maka plot yang data yang terlihat bentuknya merupakan plot data dalam satuan agregat. Pada plot data bahan baku material pasir silika agregat tersebut bisa dilihat bentuknya cenderung *seasonal* atau musiman, oleh sebab itu metode *forecasting* yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode yang memperhitungkan terdapatnya *tren*, musim, dan juga *randomness*. Metode tersebut yaitu *Double Moving Average*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Holt Winter Multiplikatif*. Dari metode-metode yang digunakan akan dibandingkan nilai errornya. Untuk perhitungan *error* menggunakan *Mean Absolute Percentage Error*. Metode yang terpilih merupakan metode dengan nilai *error* yang paling kecil.

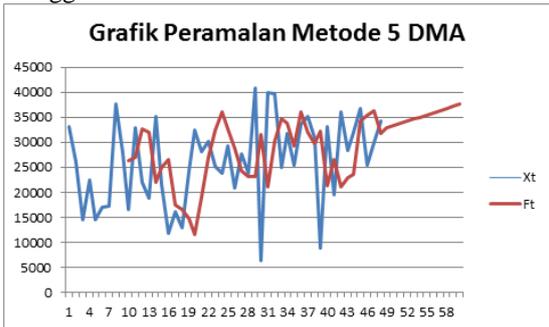
6.3 Metode Double Moving Average

Berdasarkan perhitungan peramalan menggunakan metode *Double Moving Average* (DMA) dengan 3 DMA dan 5 DMA didapatkan hasil perhitungan *error* menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* sebesar 49,14% untuk 3 DMA dan 45,98% untuk 5 DMA. Berikut adalah grafik hasil peramalan menggunakan metode 3 DMA:



Gambar 6. Grafik Peralaman Metode 3 DMA

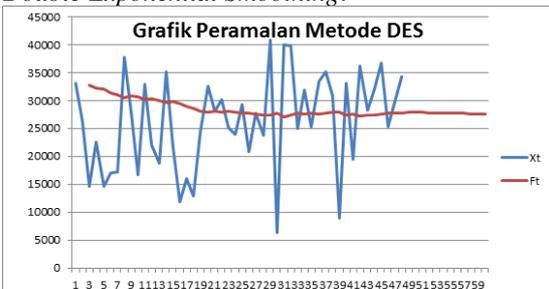
Berikut adalah grafik hasil peramalan menggunakan metode 5 DMA:



Gambar 7. Grafik Peralaman Metode 5 DMA

6.4 Metode Double Exponential Smoothing

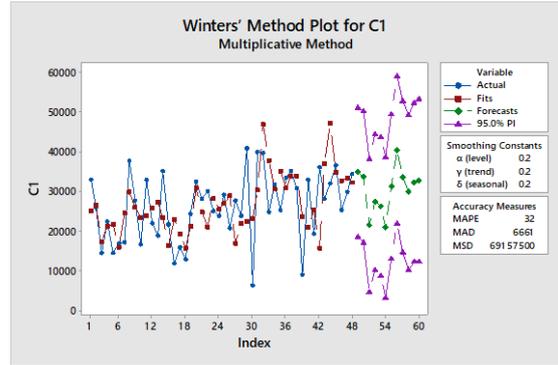
Berdasarkan perhitungan peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* (DES) dengan α 0,015 didapatkan hasil perhitungan *error* menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* sebesar 45,41%. Berikut adalah grafik hasil peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*:



Gambar 8. Grafik Peralaman Metode DES

6.5 Metode Holt Winter Multiplikatif

Berdasarkan perhitungan peramalan menggunakan metode Holt Winter Multiplikatif didapatkan hasil perhitungan *error* menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* sebesar 32%. Berikut merupakan grafik yang menunjukkan perbandingan antara kebutuhan bahan baku pasir silika dengan hasil *forecasting* permintaan menggunakan metode Holt Winter Multiplikatif pada *software* Minitab:



Gambar 9. Output Software Peramalan Metode Holt Winter

6.6 Verifikasi

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan *error* untuk masing-masing metode *forecasting*:

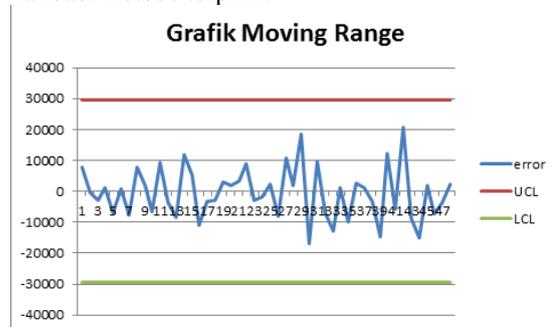
Table 2. Rekapitulasi Perhitungan Error

Metode	MAPE
3 DMA	49,14%
5 DMA	45,98%
DES	45,41%
Holt-Winter	32%

Berdasarkan tabel rekapitulasi di atas dapat dilihat nilai *error* paling kecil terdapat pada metode Holt Winter Multiplikatif dengan nilai MAPE 32%. Oleh sebab itu metode Holt Winter Multiplikatif dipilih sebagai metode terbaik.

6.7 Validasi Hasil Forecasting Terpilih

Berikut merupakan grafik *Moving Range Test* validasi metode terpilih.



Gambar 10. Grafik Validasi Moving Range

Berdasarkan grafik *Moving Range* di atas, dapat dilihat bahwa tidak terdapat *error* yang melebihi batas kontrol atas (UCL) dan batas kontrol bawah (LCL), sehingga data metode Holt Winter Multiplikatif mempunyai nilai *error* peramalan yang valid setelah dilakukan uji validasi menggunakan metode *Moving Range*.

6.8 Menentukan Hasil Forecasting

Metode peramalan yang dipilih yaitu metode Holt Winter Multiplikatif yang dapat digunakan untuk memprediksi permintaan pasir silika untuk 12 bulan ke depan. Pada penelitian ini, peramalan menggunakan data tahun 2017, 2018, 2019, dan 2020. Berikut merupakan hasil *forecasting* untuk 12

bulan ke depan menggunakan metode Holt Winter Multiplikatif.

Table 3 Hasil Forecasting Pasir Silika Tahun 2021

Bulan	Forecast (Ton)
Januari 2021	34946.3
Februari 2021	33747.4
Maret 2021	21432
April 2021	27361.2
Mei 2021	26325.2
Juni 2021	20983.1
Juli 2021	31438.3
Agustus 2021	40524.2
September 2021	33826.1
Oktober 2021	29792.8
November 2021	32332.5
Desember 2021	32826.4

6.8 Rumusan Safety Stock

Beberapa hal yang mempengaruhi jumlah *safety stock* bervariasi sesuai pada *service level* yang berbeda. *Service level* yang digunakan yaitu 90% dan 95%. Hal tersebut dilakukan agar PT Solusi Bangun Indonesia Tbk lebih fleksibel dalam menentukan *service level* yang diinginkan oleh perusahaan. Berikut merupakan perhitungan jumlah *safety stock* bahan material pasir silika:

$Safety\ stock = Z \times Std\ Deviasi \times \sqrt{m}$
 Z bernilai 1,28 untuk *service level* 90% dan bernilai 1,96 untuk *service level* 95%.

$$Std = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(34946,3 - 30461,29)^2 + \dots + (32826,4 - 30461,29)^2}{n - 1}}$$

$$Std = 5657,469$$

Lead time bahan baku pasir silika sampai ke PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Pabrik Cilacap adalah 2 hari

$$m = 2\ hari = 0,067\ bulan$$

- *Safety stock* bahan baku pasir silika pada *service level* 90%

$$Safety\ stock = 1,28 \times 5657,469 \times \sqrt{0,067}$$

Maka, *safety stock* dengan *service level* 90% sebesar 1874,43 ton.

- *Safety stock* bahan baku pasir silika pada *service level* 95%

$$Safety\ stock = 1,96 \times 5657,469 \times \sqrt{0,067}$$

Maka, *safety stock* dengan *service level* 95% sebesar 2870,22 ton.

6.9 Reorder Point

Perhitungan waktu *reorder point* untuk sistem persediaan bahan baku pasir silika sebagai berikut:

- *Lead time* = 0,067 Bulan
- *Safety Stock* (*service level* 90%) = 1874,43 ton
- *Safety Stock* (*service level* 95%) = 2870,22 ton

- Rata-rata *demand* 1 bulan = 30461,29 ton
- $D \times LT = 30461,29\ ton \times 0,067\ bulan = 2040,906\ ton$
- $ROP\ (service\ level\ 90\%) = 2040,906\ ton + 1874,43\ ton = 3888,336\ ton$
- $ROP\ (service\ level\ 95\%) = 2040,906\ ton + 2870,22\ ton = 4911,126\ ton$

Jadi, *reorder point* dari pasir silika dilakukan saat kuantitas persediaan mencapai level 3888,336 ton jika menggunakan *service level* 90% dan 4911,126 ton jika menggunakan *service level* 95%.

7. Analisis

7.1 Analisis Pola Data

Untuk memulai untuk melakukan kegiatan *forecasting* langkah awalnya yaitu menentukan plot data. Hal tersebut dilakukan untuk melihat bagaimana bentuk kecenderungan dari permintaan suatu produk, pada penelitian ini yaitu permintaan dari bahan baku pasir silika. Jika pola data dari pasir silika teridentifikasi, maka dapat ditentukan beberapa metode *forecasting* yang sesuai, lalu dapat dilakukan *forecasting*. Setelah dilakukan plot data masa lalu yaitu pemakaian bahan baku pasir silika tahun 2017 - 2020, hasilnya menunjukkan bahwa data tersebut memiliki pola yang tidak beraturan tetapi cenderung *seasonal* atau musiman. Gambar grafik tersebut dapat dilihat pada gambar 5.

7.2 Analisis Metode Double Moving Average

Metode *Double Moving Average* ini merupakan bagian dari metode peramalan *moving average*. Dimana konsep *moving average* adalah dilakukannya peramalan dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan, mencari rata-ratanya, lalu menggunakan rata-rata tersebut sebagai ramalan untuk periode berikutnya. Istilah rata-rata bergerak digunakan, karena setiap kali data observasi baru tersedia, maka angka rata-rata yang baru dihitung dan dipergunakan sebagai ramalan. DMA digunakan untuk perhitungan pada peramalan pola data yang cenderung linier. Terdapat 2 metode yang digunakan dalam *double moving average* pada penelitian ini yaitu 3 DMA dan 5 DMA. Dimana 3 DMA merata-rata data 3 periode dan 5 DMA merata-rata data 5 periode. Hasil peramalan dihitung sampai 12 periode ke depan. Dari hasil perhitungan MAPE yang dilakukan terdapat perbedaan nilai antara 3 DMA dengan 5 DMA. Hasil *error* MAPE 3 DMA diperoleh sebesar 49,14% sedangkan hasil *error* MAPE 5 DMA diperoleh sebesar 45,98%.

7.3 Analisis Metode Double Exponential Smoothing

Metode *Double Exponential Smoothing* (DES) merupakan metode yang hampir sama dengan metode SES, perbedaannya pada dilakukannya penurunan (S') pada DES. Nilai S' didapatkan dari data permintaan yang dikalikan dengan nilai α yang

kemudian dijumlahkan dengan nilai S' periode sebelumnya yang telah dikalikan dengan nilai $(1 - \alpha)$. Nilai α merupakan konstanta *smoothing* yang nilainya terletak diantara 0 dan 1. Pada penggunaan metode DES ini, α didapatkan menggunakan *software* EViews. Nilai α yang digunakan pada perhitungan ini yaitu sebesar 0,015. Nilai α yang mendekati angka 0 menunjukkan bahwa semakin besar pembobotan kepada permintaan masa lalu dan semakin besar juga efek *smoothing*-nya pada *trend* data (stabilitas maksimal dengan responsif minimal). Perhitungan dilakukan dengan cara manual. Setelah dilakukan peramalan DES didapatkan hasil peramalannya dengan nilai *error* MAPE sebesar 45,41%. Dari grafik hasil peramalan metode DES terlihat hasil peramalan tidak merepresentasikan realita yang terjadi pada perusahaan.

7.4 Analisis Metode Holt Winter Multiplikatif

Metode pemulusan eksponensial Winter dengan metode perkalian musiman (*multiplicative seasonal method*) yang digunakan untuk variasi data musiman yang mengalami peningkatan atau penurunan (fluktuasi) (Subagyo, 2008). Metode ini digunakan karena setiap musim penghujan selalu kekurangan bahan baku pasir silika untuk pembuatan semen. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab. Hasil peramalan dari *output software* menghasilkan nilai *error* MAPE sebesar 32%.

7.5 Analisis Metode Terpilih

Pada penelitian ini, metode peramalan yang digunakan yaitu 3 DMA, 5 DMA, DES, dan *Holt Winter*. Dari metode-metode tersebut akan didapatkan nilai *error* terkecil dimana metode dengan nilai *error* terkecil merupakan metode terbaik. Nilai *error* yang dijadikan acuan yaitu nilai *error* menggunakan MAPE karena pada perhitungan *error*-nya memiliki ketelitian yang lebih baik. Berdasarkan perhitungan *error* yang telah dilakukan didapatkan metode perhitungan data pola musiman dengan nilai MAPE terkecil yaitu metode *Holt Winter* dengan nilai MAPE sebesar 32%.

7.6 Analisis Validasi Metode Terpilih

Setelah didapatkan bahwa metode terbaik yaitu *Holt Winter*, maka dilakukan validasi data untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata dan variansi pada hasil pengolahan data. Untuk melakukan validasi data digunakan menggunakan metode *moving range*. Nilai rata-rata *error* pada metode *Holt Winter* adalah -495,427 ; UCL sebesar 29.574.021; dan LCL sebesar -29.574.021. Dilihat dari grafik validasi bahwa tidak terdapat nilai *error* yang melebihi batas UCL dan LCL, maka metode yang digunakan sudah valid.

7.7 Analisis Safety Stock

Safety stock merupakan persediaan yang direncanakan dan dipersiapkan untuk mengatasi keadaan yang tidak terduga. Contohnya terjadi kerusakan mesin, peningkatan *demand* secara tiba-tiba, dan kedatangan bahan baku yang tidak sesuai jumlah atau terlambat. Adanya *safety stock* akan meminimalisir adanya *lost sale* ataupun *lost opportunity* yang sangat berpengaruh pada kepuasan para pelanggan yang akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi jumlah *safety stock* bervariasi sesuai dengan *service level* yang berbeda pula. *Service level* yang digunakan yaitu 90% dan 95%. Hal tersebut dilakukan agar PT Solusi Bangun Indonesia Tbk lebih fleksibel dalam menentukan *service level* yang diinginkan oleh perusahaan. *Lead time* juga mempengaruhi jumlah *safety stock*, *lead time* dari pasir silika ini yaitu 2 hari. Perhitungan jumlah *safety stock* bahan baku pasir silika dengan *service level* 90% sebesar 1874,43 ton dan *safety stock* dengan *service level* 95% sebesar 2870,22 ton.

7.8 Analisis Reorder Point

Perhitungan waktu pemesanan kembali atau *reorder point* dilakukan untuk menentukan pada level persediaan berapa pemesanan ulang dilakukan berdasarkan persediaan yang ada. Diketahui *lead time* dari bahan baku pasir silika yaitu 2 hari atau 0,067 Bulan. Pemesanan bahan baku pasir silika kembali dilakukan ketika kuantitas persediaan mencapai level 3888,336 ton jika menggunakan *service level* 90% dan 4911,126 ton jika menggunakan *service level* 95%.

8. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data serta analisis yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil peramalan serta perhitungannya dapat ditentukan banyaknya jumlah permintaan pasir silika untuk 12 bulan ke depan. Karena pola data permintaan *seasonal*, maka metode *time series* dapat diterapkan pada PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap. Dengan hasil peramalan untuk bulan Januari 2021 sampai dengan Desember 2021 sebesar 34.946,3; 33.747,4; 21.432; 27.361,2; 26.325,2; 20.983,1; 31.438,3; 40.524,2; 33.826,1; 29.792,8; 32.332,5; dan 32.826,4 dalam satuan ton.
2. Mengacu pada hasil pengolahan data, dapat disimpulkan bahwa metode *time series* dengan perhitungan *Holt Winter* Multiplikatif merupakan metode terbaik dengan melihat hasil *error* terkecil dengan perhitungan MAPE yaitu sebesar 32%, maka hasil peramalan terpilih yaitu dengan metode *Holt Winter* Multiplikatif.
3. Melalui hasil perhitungan didapatkan perusahaan harus memiliki *safety stock*

sebesar 1874,43 ton dengan *service level* 90% dan sebesar 2870,22 ton dengan *service level* 95%. Jumlah pasir silika yang telah dilakukan *forecast* dapat dijadikan pertimbangan dalam memesan pasir silika dengan memperhatikan *lead time*.

4. Berdasarkan *lead time* pemesanan pasir silika dan *safety stock*, waktu pemesanan kembali *reorder point* bahan baku pasir silika dilakukan ketika jumlah persediaan di gudang bahan baku telah mencapai level 3.888,336 ton jika menggunakan *service level* 90% dan 4.911,126 ton jika menggunakan *service level* 95%.

9. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan kepada PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Pabrik Cilacap, yaitu:

1. Menggunakan perumusan *safety stock* yang tepat sebagai cara untuk mengurangi risiko *lost sales* ataupun *lost opportunity* sehingga dapat meningkatkan kepuasan pelanggan.
2. Penentuan persediaan pasir silika dan bahan baku lainnya harus dikendalikan secara penuh agar *stock* tetap berada di atas level minimum aman ataupun agar *stock* tidak berlebih pada *storage*.

Referensi

- Assauri, Sofyan. (2004). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Baroroh, A. (2005). *Analisis Time Series, Trend, dan Regresi Berganda dengan Minitab*. Bogor.
- Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Hanke, J., & Wichers, D. (2005). *Business Forecasting Eight Edition*. Pearson Prentice Hall: New Jersey.
- Hendra, K. (2009). *Manajemen Produksi: Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Edisi 4*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Makridakis, S., S.C. Wheelwright., and V.E. McGee. (1992). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Erlangga, Jakarta
- Pujawan, I Nyoman. (2017). *Supply Chain Management Edisi 3*. Surabaya: Guna Widya
- Subagyo, A. (2008). *Studi Kelayakan Teori Aplikasi*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta

Supranto. (1984). *Metode Peramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan Produksi*. Jakarta: Erlangga.

Taylor, G. (2004). *Manufacturing Operations Management*. Berlin: World Scientific Europe Ltd.